

Alterações no comprimento do passo durante a transposição de obstáculos em tarefas de movimentação de cargas na construção civil

R. Azevedo¹, J. Cardoso²; C. Rodrigues²; A. Albuquerque², M. M. Sá², M. C. Martins²; J. C. Teixeira³; M. Barroso⁴

¹Centro de Apoio Técnico à Segurança no Trabalho, Instituto Superior da Maia, e-mail: razevedo@ismai.pt

²CIDESD- CIDAF Instituto Superior da Maia

³Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho

⁴Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho

RESUMO

A Construção Civil tem sido o sector que regista maior incidência de acidentes fatais a nível mundial. Diversos estudos têm sido efectuados no sentido de compreender as causas que contribuem para a ocorrência de elevados índices de sinistralidade neste sector. Todavia, o contributo da movimentação manual de cargas, para a ocorrência de quedas na Construção Civil, tem sido descurado.

No presente artigo procedeu-se, através de simulação laboratorial, ao estudo da influência da movimentação manual de cargas para a ocorrência de acidentes em operações envolvendo a transposição de obstáculos em obra.

Verificou-se que o comprimento de passo e a passada do pé de avanço são alterados com o transporte de carga, aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes envolvendo quedas.

Palavras-chave: Construção civil, Transposição obstáculos, Acidentes, Manuseamento de cargas, Comprimento de passo

1. INTRODUÇÃO

A literatura aponta o sector da construção civil como aquele que regista o maior número de acidentes de trabalho, sendo o fenómeno mais comum associado a quedas em altura (Salminen, 1995; Jeong, 1998; Hinze et al., 1998; Janicak, 1998; Goldsheider et al., 2002;

Pan et al., 2003; Huang et al., 2003; Pertula et al., 2003; Chi, 2004; Chi et al., 2005; Haslam et al., 2005; Hämmäläinen et al., 2006; Ale et al., 2008). Contudo, não deve ser desprezada a importância dos acidentes originados por quedas ao mesmo nível, que embora menos frequentes, podem, em obra, trazer danos significativos para os trabalhadores (Lipscomb et al 2006 Glazner et al 2005).

As quedas ao mesmo nível estão associadas a tropeçamentos decorrentes da desorganização típica de um estaleiro de construção civil (Lipscomb et al 2006 Glazner et al 2005). Contudo, alguns autores sugerem que os acidentes associados a queda, nomeadamente ao mesmo nível, são raramente sujeitos a análise, apesar de poderem trazer consequências graves (Leclercq et al, 2005).

Na construção civil são inúmeras as actividades que envolvem a manipulação frequente de objectos de diversas dimensões e peso, em ambientes caracterizados pela permanente desorganização do espaço de trabalho, obrigando o trabalhador a transpor uma grande quantidade de obstáculos (Pacquett e tal, 1999; Pan et al, 2003).

Diversos estudos, encontrados na literatura, referem uma estabilização do passo com aumento da carga transportada pelo sujeito, que se traduz, entre outras alterações, numa diminuição do comprimento do passo (Myung et Smith, 1997). Por outro lado, existem estudos que referem que o aumento de carga dificulta a transposição de obstáculos, em obra, aumentando, neste contexto, a probabilidade de tropeçamento e queda (Azevedo et al, 2010).

Assim, o estudo do problema, associado ao contributo da movimentação manual de cargas para a ocorrência de acidentes, por queda, em obra, surge como uma oportunidade de investigação.

Neste estudo, procedeu-se à análise biomecânica do padrão de marcha de uma amostra de trabalhadores, afectos à construção civil, durante a transposição de obstáculos em quatro condições distintas: sem carga; com movimentação manual de cargas de diferente peso ao ombro, lateralmente e frontalmente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para efectuar o estudo, seleccionou-se uma amostra de 8 trabalhadores afectos à construção civil, sem qualquer histórico de lesões músculo-esqueléticas ou neurológicas com influência ao nível do equilíbrio postural.

Procedeu-se à colocação de marcadores reflectores em pontos anatómicos, nomeadamente ao nível dos membros inferiores, dos quais se destacam o Hallux, Calcâneo Máléolo exterior, Condilo femoral e Cabeça do grande trocanter.

Durante os ensaios os trabalhadores executaram, repetidamente, marcha estacionária num tapete rolante (marca MIRALAGO, especialmente concebido para o efeito) de 4 metros de comprimento, com uma velocidade constante de 4 Km/h, correspondente à velocidade normal de marcha com transporte de carga. Sobre o tapete foram colocados, com intervalos de tempo variáveis, três obstáculos, ocultos por uma cortina, para evitar a antecipação destes durante o processo de marcha (Figura 1).



Figura 1 – Trabalhador com marcadores e durante a transposição de um obstáculo movimentando uma carga de 25Kg ao ombro

Cada trabalhador recebeu instruções para proceder à transposição dos obstáculos. Para evitar a queda e salvaguardar a integridade física, o trabalhador estava suspenso por um arnês, durante a realização dos ensaios.

O procedimento experimental envolveu três ensaios de transposição de obstáculos em quatro tarefas distintas (Andar sobre a passadeira com transposição de obstáculos sem transporte de carga; andar sobre a passadeira, com transposição de obstáculos com transporte de uma carga de 25 kg; andar sobre a passadeira com transposição de obstáculos com transporte de uma carga de 18 kg; andar sobre a passadeira com transposição de obstáculos com transporte de uma carga de 10 kg) (Figura 1)

Nas tarefas envolvendo movimentação de cargas os trabalhadores adoptaram três posturas distintas (transporte da carga ao ombro, lateral e frontal) comumente utilizadas na construção civil. Para cada um dos ensaios procedeu-se à recolha de imagens através do Software VICON Motion Capture, a 240 Hz, para análise biomecânica do processo de transposição do obstáculo, concretamente no que se refere a:

- Comprimento de passo;
- Comprimento da passada do pé de avanço;

— Comprimento da passada do pé de apoio

A figura 2 ilustra as variáveis recolhidas aquando da transposição do obstáculo pelo sujeito.

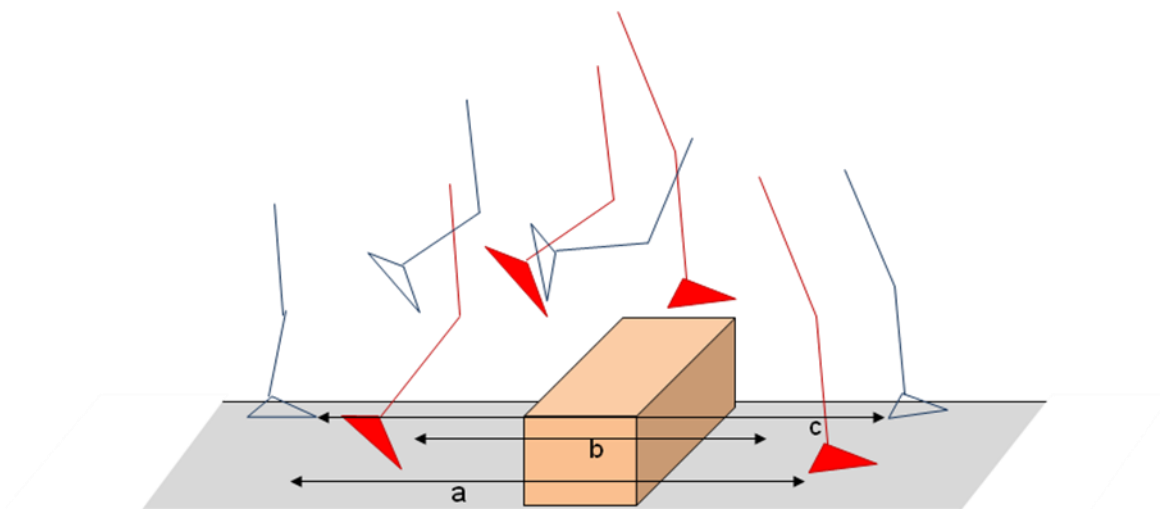


Figura 2 - Esquema ilustrativo dos parâmetros analisados durante os ensaios. O pé marcado a negro corresponde ao pé de avanço a) comprimento de passo; b) comprimento da passada pé de avanço; c) comprimento da passada do pé de apoio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados recolhidos referem-se a uma amostra de oito trabalhadores, todos do sexo masculino, distribuídos por várias categorias profissionais.

A idade média da amostra é de 36 anos ($dp = 7,52$), o peso médio de 78,5 kg ($dp = 6,16$) e uma altura média de 1,73 metros ($dp = 0,04$).

Os trabalhadores incluídos na amostra apresentam, em média, uma experiência profissional de 17 anos ($dp = 5,58$), em função do número de anos de exercício profissional e não do tempo de permanência na empresa.

A tabela 1 apresenta informação mais detalhada sobre as características da amostra.

Tabela 1- Características físicas e profissionais dos elementos da amostra

Trabalhador	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	Categoria profissional	Experiência profissional (anos)
1	30	80	1,69	Oficial	14
2	45	70	1,72	Trolha	25
3	44	78	1,75	Pedreiro 2 ^a	14
4	41	84	1,70	Oficial de trolha 1 ^a	23
5	38	83	1,80	Oficial de trolha 2 ^a	20
6	23	71	1,70	Pintor	8
7	35	87	1,78	Trolha	18
8	32	75	1,73	Pedreiro	14

N.º total de Trabalhadores	Idade (anos)		Peso (Kg)		Altura (m)		Experiência profissional (anos)	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
8	36	7,52	78,5	6,16	1,73	0,04	17	5,58

As médias dos resultados obtidos para as variáveis “Comprimento de passo”; “comprimento da passada do pé de avanço”; “comprimento da passada do pé de apoio”, para ambos os pés, e o respectivo desvio padrão, encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores obtidos para o comprimento de passo, comprimento da passada do pé de apoio e comprimento da passada do pé de avanço.

Tarefa	Comprimento de passo		Comprimento passada pé de apoio		Comprimento passada pé de avanço	
	Média (mm)	dp (mm)	Média (mm)	dp (mm)	Média (mm)	dp (mm)
Sem Carga	673	96	112	164	1216	201
Carga de 10 kg ombro	589	89	1113	266	1076	219
Carga 10 kg lateral	592	92	1291	132	1025	216
Carga 10 kg frontal	602	73	1202	174	1091	223
Carga 25 kg ombro	569	82	1083	186	1095	251
Carga 25 kg lateral	596	95	1123	179	1068	156
Carga 25 kg frontal	623	90	1298	138	1061	124
Carga 18 kg ombro	573	65	1135	139	1115	251
Carga 18 kg lateral	595	107	1197	197	1006	264

Para os resultados apresentados foi efectuada uma análise ANOVA complementada com o teste de comparação múltipla HSD de Tukey, para verificar diferenças significativas entre as médias dos valores dos vários ensaios realizados para as diferentes tarefas.

No que se refere ao comprimento de passo, verificam-se diferenças significativas em relação às médias dos valores obtidos para as diferentes cargas ($P < 0,05$), nas diferentes tarefas ensaiadas. Através da análise do teste HSD de Tukey, verifica-se que as médias obtidas para o transporte de carga ao ombro ou lateralmente, apresentam diferenças estatisticamente significativas em relação à média dos valores obtidos quando o trabalhador executa a tarefa sem transporte de carga. Quando carga é transportada frontalmente existem, de acordo com o teste HSD de Tukey, diferenças estatisticamente significativas entre as médias obtidas para o transporte de cargas de 0 kg e 10 kg.

A figura 3 apresenta o gráfico que descreve o comportamento do comprimento de passo em função da carga transportada e da estratégia de transporte adoptada, verificando-se uma diminuição do comprimento do passo com o transporte de carga. Pela análise desta figura pode-se constatar que a estratégia adoptada para transporte da carga não afecta o comprimento de passo.

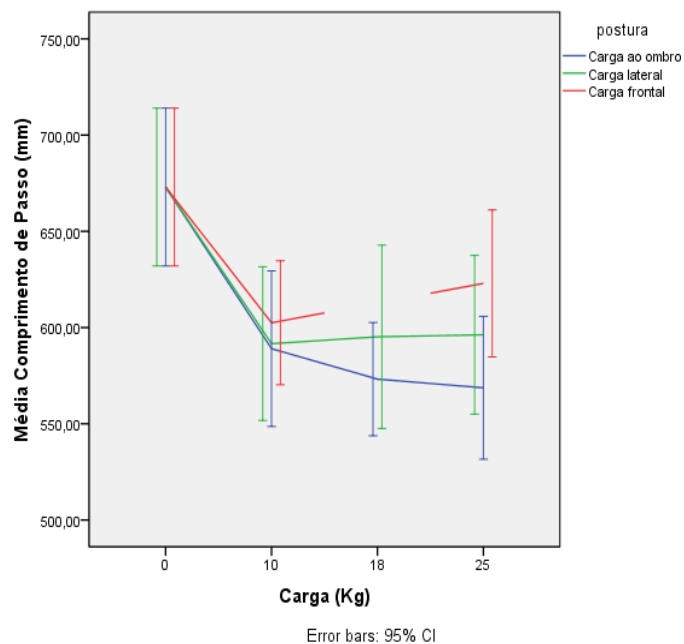


Figura 3 - comportamento do comprimento de passo em função da carga transportada e da estratégia de transporte adoptada

No que se refere ao comprimento da passada do pé de avanço, verificam-se diferenças significativas em relação às médias dos valores obtidos para diferentes cargas ($P < 0,05$), quando o transporte é efectuado lateralmente ou frontalmente. Através da análise do teste HSD de Tukey, verifica-se que a média obtida para o transporte lateral da carga de 10kg, apresenta diferenças estatisticamente significativas em relação à média dos valores obtidos quando o trabalhador executa a tarefa sem transporte de carga. Quando carga é transportada frontalmente existem, de acordo com o teste HSD de Tukey, diferenças estatisticamente significativas entre as médias obtidas nas tarefas envolvendo transporte da cargas e as médias obtidas sem transporte de carga.

A figura 4 descreve o comportamento do comprimento da passada do pé de avanço. Neste caso, verifica-se uma diminuição estatisticamente significativa do comprimento da passada com o transporte lateral de cargas. Quando a carga é transportada frontalmente, apenas existe uma diminuição estatisticamente significativa do comprimento da passada para a carga de 25 kg.

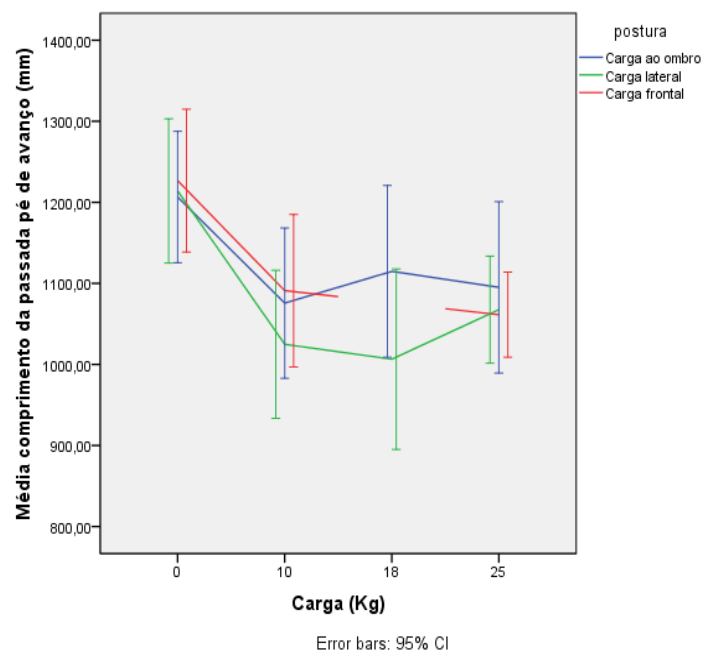


Figura 4 - comportamento do comprimento da passada do pé de avanço em função da carga transportada e da estratégia de transporte adoptada

No que se refere ao comprimento da passada do pé de apoio, verificam-se diferenças significativas em relação aos valores obtidos para diferentes cargas ($P < 0,05$). Todavia, pela análise da figura 5 concluiu-se que o comprimento da passada não é influenciado pelo transporte de carga, nem pela estratégia de transporte adoptada pelo trabalhador.

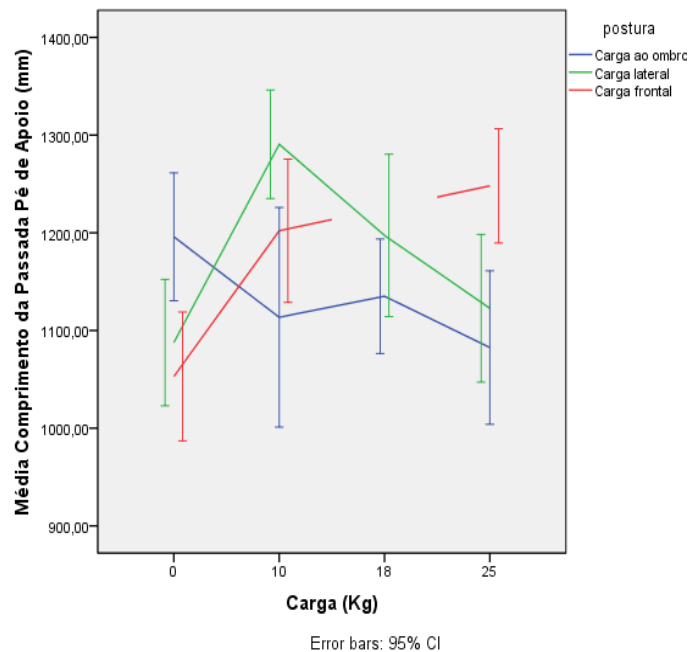


Figura 5 - comportamento do comprimento da passada do pé de apoio em função da carga transportada e da estratégia de transporte adoptada

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que o comprimento de passo e da passada do pé de avanço são alterados com o transporte de carga.

Verificou-se que o comprimento de passo diminui com o transporte de carga. Este fenómeno aumenta a probabilidade de contacto com o obstáculo e consequentemente a possibilidade de queda. Resultados similares foram obtidos por Chou et Draganich (1998). Em relação ao comprimento da passada observa-se uma diminuição para o pé de avanço, aquando do transporte de cargas lateral e frontal, sendo que no segundo caso este fenómeno só é significativo para cargas de elevado peso. Verifica-se, igualmente, um aumento da probabilidade de queda.

As alterações ao nível do comprimento da passada do pé de apoio não são conclusivas.

5. BIBLIOGRAFIA

- Azevedo, Rui; Cardoso, João; Rodrigues, Carlos; Martins, Cristina; Teixeira, José; Barroso Mónica (2010). Acidentes Devido à Movimentação Manual de Cargas na Construção Civil. (eds.) Arezes, P; Baptista, J. S.; Barroso, M. P.; Perestrelo, G. P. Proceedings book of the Interncional Symposium on Occupational Safety and Hygiene. pp 80-84
- Ale, B., Bellamy, L., Baksteen, H., Damen, M., Goossens, L., Hale, A., et al. (2008). Accidents in the construction industry: An analysis of accident reports using storybuilder. *Reliability Engineering and System Safety* (93), pp. 1523-1533.
- Chi, C.-F. (2004). Accident analysis of work-related injuries in Taiwan. Proceedings of the Ergonomic Congress of the Official Portuguese language Countries.
- Chi, C.-F., Chang, T.-C., & Ting, H.-I. (2005). Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Appiled Ergonomics* (36), pp. 391-400.
- Chou, Li-Shan & Draganich, Louis F. (1998). Placing the trailing foot closer to an obstacle reduces flexion of the hip, knee, and ankle to increase the risk of tripping. *Journal of Biomechanics* (31), pp. 685-691.
- Glazner, J., Bondy, J., Lezotte, D. C., Lipscomb, H., & Guarini, K. (2005). Factors Contributing to Construction Injury at Denver International Airport. *American Journal of Industrial Medicine* (47), pp. 27-36.
- Goldsheider, D., Nordin, M., Weiner, S. S., & Hiebert, R. (2002). Musculoskeletal Symptom Survey Among Mason Tenders. *American Journal of Industrial Medicine* (42), pp. 384-396.

- Hämäläinen, P., Takala, J., & Saarela, K. L. (2006). Global estimates of occupational accidents. *Safety Science* , 44, pp. 137-156.
- Haslam, R. A., Hide, S., Gibb, A. G., Gyi, D. E., Pavitt, T., Atkinson, S., et al. (June de 2005). Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics* , 36 (4), pp. 401-415.
- Hinze, J., Pedersen, Caroline, & Fredley, J. (1998). Identifying root causes of construction accidents. *Journal of Construction Engeneering and Management* , 124 (1), pp. 67-71.
- HSE - Health and Safety Executive. *Investigating Accidents and Incidents*. Sudbury: HSE Books.
- Huang, X., & Hinze, J. (2003). Analysis of Construction Worker Fall Accidents. *Journal of Construction Engineering and Management* , 129 (3), pp. 262–271.
- Janicak, C. A. (1998). Fall-related deaths in the construction industry. *Journal of Safety Research* , 29 (1), pp. 35-42.
- Jeong, B. Y. (1998). Occupational deaths and injuries in the construction industry. *Applied Ergonomics* , 29 (5), pp. 355-360.
- Lipscomb, H. J., Glazner, J. E., Bondy, J., Guarini, K., & Lezotte, D. (2006). Injuries from slips and trips in construction. *Applied Ergonomics* (37), pp. 367-274.
- Pan, C. S., Chiou, S., & Hendricks, S. (2003). The effect of drywall lifting method on workers' balance in a laboratory-based simulation. *Occupational Ergonomics* , 3, pp. 253-249.
- Myung, R., & Smith, J. L. (1997). The effect of load carrying and floor contaminants on slip and fall parameters. *Ergonomics* , 40 (2), pp. 235-246.
- Pacquet, V., Punnet, L., & Buchholz, B. (1999). An evaluation of manual material handling in highway construction work. *International Journal of Industrial Ergonomics* (24), pp. 431-444.
- Perttula, P., Merjama, J., Kiurula, M., & Laitinen, H. (2003). Accidents in materials handling at construction sites. *Construction Management and Economics* (21), pp. 729-736.
- Salminen, S. (1995). Serious occupational accidents in the construction industry. *Construction Management and Economics* (13), pp. 209-306.